

다른 중합방식으로 중합된
이원중합형 복합레진 코어재의
중합에 대한 평가

Evaluation of the polymerization
in dual cured core build-up resin composites
using different activation modes

2007년 2월 23일

조선대학교 대학원



조선대학교

CHOSUN UNIVERSITY



100373971 2007-04-09

치 의 학 과

조 권 환

다른 종합방식으로 종합된
이원종합형 복합레진 코어재의
종합에 대한 평가

지도교수 민정범

이 논문을 치의학 석사학위신청 논문으로 제출함.

2006년 10월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

조 권 환

조권환의 석사학위 논문을 인준함.

위원장 조선대학교 교수 조영곤



위원 조선대학교 교수 윤창록



위원 조선대학교 교수 민정범



2006년 11월 일

조선대학교 대학원

목 차

ABSTRACT	iv
I. 서 론	1
II. 실험 재료 및 방법	3
III. 실험결과	6
IV. 총괄 및 고찰	8
V. 결 론	11
참고문헌	13

표 목 차

Table 1. Composition of dual cured core build-up resin composites used in this study	3
Table 2. Classification of the experimental group	4
Table 3. Vickers hardness (Kg/mm ²) in each experimental group	6

도 목 차

Fig 1. Bar chart showing the Vickers hardness of each experimental group according to the depth	7
Fig 2. Dual cured core build-up resin composites used in this study	16
a. MultiCore HB (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein)	
b. BIS-CORE (Bisco, Schumburg, USA)	
Fig 3. Specimen manufactured for microhardness test	16
a. Acrylic resin block with artificial core space (wide = 4 mm, deep = 10 mm)	
b. Artificial core space filled with composite resin	
c. Composite resin core sectioned longitudinally	
Fig 4. Digital microhardness tester (DM-2D, AFFRI, Italy) used in this study	16

ABSTRACT

Evaluation of the polymerization in dual cured core build-up resin composites using different activation modes

Kwon-Hwan Cho, D.D.s.

Advisor : Jeong-Bum Min D.D.S., M.S.D.

Department of Dentistry

Graduate School, Chosun university

Core build-up materials are used in a tooth broken down by trauma and extensive dental caries to restore the coronal portion of the tooth and should provide a satisfactory retention and resistance of the subsequent restoration. Lately composite core materials, in combination with improved bonding agents, are convenient to use than amalgam, when mechanical retention is difficult to achieve. Dual-cured core buildup composites have been designed to allow the clinician to build extended core restorations quickly, in bulk, as the chemical mode of the polymerization process can initiate resin polymerization in deep resin layers. This study was performed to evaluate the polymerization in dual cured core build-up resin composites using different activation modes.

Two dual-cured composites core materials, MultiCore HB (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) and BIS-CORE (Bisco, Schumburg, USA), were used for this study and two different groups for each materials were prepared, corresponding to two different activation mode:

light curing for 40 sec (L) and self curing (S). Thus four groups were tested: ML (MultiCore HB with light curing), MS (MultiCore HB with self curing), BL (BIS-CORE with light curing), BS (BIS-CORE with self curing). Twenty-four core spaces, 4 mm wide and 10 mm deep, were prepared in acrylic resin blocks. The core spaces were divided into four groups. Each group was filled with the dual-cured core materials. After storage of the specimens for 24h in 37°C water, each specimens were sectioned longitudinally with a low speed diamond saw. Vickers hardness was measured at the top, bottom surfaces and at the depths of 2, 4, 6, 8 mm. The data were divided into three regions, coronal, middle and apical. The data were statistically compared using two-way ANOVA and Tukey HSD test.

The results from this study were as follows:

1. The ML group showed the highest Vickers hardness (84.06 ± 14.71 kg/mm²) and the BS group showed the lowest Vickers hardness (60.62 ± 5.05 kg/mm²).
2. In comparison among groups using same materials, Vickers hardness of the ML group was higher than that of the MS group ($p < 0.01$). The BL group showed higher Vickers hardness than the BS group ($p < 0.01$).
3. In each experimental group, Ranking of Vickers hardness was as follows: coronal > middle > apical ($p < 0.01$).
4. In comparison among groups using same activation modes, Vickers hardness of the group using MultiCore HB was higher than that of the group using BIS-CORE ($p < 0.01$).

According to the results of present study, light curing show better polymerization than self curing of dual-cured composite core materials used in this study. Degree of polymerization decrease with increased cavity depth.

I. 서 론

코어재는 외상에 의해 파절된 치아나 광범위한 치아우식증에 의해 파괴된 치아의 결손된 치관부를 수복하기 위해 사용된다. 이러한 코어재로는 주조합금, 아말감, 복합레진, 클래스아이오노머 시멘트가 현재 주로 사용되고 있다. 이들 중 복합레진은 빠른 경화, 시술시간의 감소, 손쉬운 축성과정 등의 장점 때문에 코어재로서의 사용이 빠르게 증가하고 있는 실정이다^{1,2)}. 실제 복합레진의 물리적 성질이 개선되고 접착 시스템이 발전되면서 심하게 결손된 치아에서도 복합레진 코어재를 이용해 치아의 생활력을 유지하고 좀 더 보존적으로 수복할 수 있게 되었다.

복합레진은 광중합형, 자가중합형, 그리고 이원중합형의 다양한 중합방법을 취한다. 광중합형 복합레진은 저장의 안정성, 충분한 작업시간, 전환율의 증가, 기포 함입의 감소, 그리고 강화된 물리적 성질 등의 여러 가지 장점들을 가지기 때문에 자가중합형이나 이원중합형 복합레진보다 직접 수복물에서 더 많이 사용되고 있다³⁾. 그러나 자가중합형이나 이원중합형 복합레진은 보다 긴 젤화 시간 동안 중합이 서서히 일어나 중합 동안 생기는 수축응력이 완화되기 때문에 대량 (bulk)으로 사용할 수 있는 장점을 가져 코어재로 많이 사용된다^{4,5)}. 또한 광원 없이 자가중합이 가능하므로 빛이 도달하기 힘든 간접 수복물이나 포스트 하방에서 접착 시멘트로도 많이 쓰인다.

코어재는 교합력을 지지하는 중요한 역할을 담당하고, 최종 보철물에 충분한 유지, 저항형태를 제공해야 하므로 적절한 물리적 성질을 지녀야 한다⁶⁾. 특히 복합레진에서는 중합정도가 물리적 성질을 결정하는 중요한 요소가 된다⁷⁾. 부적절한 중합은 전환율을 낮추고 많은 탄소 이중결합을 남기게 되므로 복합레진의 물리적 성질을 떨어뜨린다⁷⁾. 충분한 에너지가 전달되지 못할 경우에 수복물의 강도가 떨어지고, 수분 흡수와 용해성이 증가해 복합레진의 변색을 초래하며, 수복물과 접착제 층 사이의 결합력도 약화될 것이다⁸⁾.

광중합형 복합레진의 중합깊이는 몇 mm밖에 되지 않기 때문에 깊은 와동에서는 적층 (layers)으로 나누어 충전해야 하고 각 층의 두께가 2 mm이상

되어서는 않된다⁹⁾. 이원중합형 복합레진 코어재의 경우 깊은 와동에 대량 (bulk)으로 적용될 때가 많다. 깊은 와동에서 이원중합형 복합레진 코어재를 대량으로 적용한 후 광조사 한다면 교합면측에서는 주로 광중합 반응을 통해 중합이 일어나고 빛이 도달하기 힘든 치경부 쪽으로 갈수록 자가중합 반응을 통해 중합될 것이다. 반대로 광조사하지 않는 경우 자가중합반응의 영향이 클 것이다. 따라서 깊은 와동에서 이원중합형 복합레진 코어재를 사용하여 수복할 경우 깊이에 따른 중합정도에 차이가 생기고 이에 대한 평가가 필요하다.

미세경도 검사 (microhardness test)는 복합레진의 깊이에 따른 중합정도를 평가하는데 있어 간단하고 신뢰할만한 방법이다¹⁰⁾. 하지만 미세경도 측정값은 중합정도뿐만 아니라 필러의 함량, 크기, 종류 등 다른 요소에 의해서도 영향을 받기 때문에 이들에 대한 고려도 필요하다¹¹⁾.

본 연구의 목적은 이원중합형 복합레진 코어재를 서로 다른 중합방법으로 중합시켰을 때 깊이에 따른 중합정도의 차이를 평가하는 것이다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

MultiCore HB (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein)와 BIS-CORE (Bisco, Schumburg, USA)를 이원중합형 복합레진 코어재로 사용하였다 (Table 1, Fig 2). 복합레진의 광중합을 위한 광조사기는 Spectrum 800 (Dentsply Caulk, Milford, DE, USA)을 500 mW/cm^2 의 광강도로 사용하였다.

Table 1. Composition of dual cured core build-up resin composites used in this study

Dual cure composite (manufacturer)	Composition	Lot number
MultiCore HB (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein)	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, barium glass, ytteriumtrifluoride, Ba-Al-fluorosilicate glass, silicon dioxide, catalyst, stabilizer, pigments	H29206
BIS-CORE (Bisco, Schumburg, USA)	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, Glass fiber, Fused silica	0600000758

Bis-GMA (Bisphenol A diglycidylmethacrylate), UDMA (Urethane dimethacrylate), TEGDMA (Triethyleneglycol dimethacrylate)

2. 실험 방법

(1) 군분류

실험군은 먼저 사용된 이원중합형 복합레진 코어재에 따라 분류한 후 (M: MultiCore HB, B: BIS-CORE) 각각의 코어재 내에 광중합을 시행한 군 (L: Light-cure)과 자가중합을 시행한 군 (S: Self-cure)으로 나누어 총 4개 군으

로 분류하였다 (Table 2).

Table 2. Classification of the experimental group

Group	Dual cure composite	Activation mode
ML	MultiCore HB	light-cure
MS		self-cure
BL	BIS-CORE	light-cure
BS		self-cure

(2) 시편제작

먼저 직경이 4 mm, 높이가 10 mm인 원기둥형태의 인위적인 코어 공간을 가진 직사각형의 아크릴 레진 블록을 제작하였다 (Fig. 3). 제작된 블록 밑에 슬라이드 클래스를 깔고 원통형의 공간에 이원중합형 복합레진 코어재를 20초간 잘 혼합한 후 충전하였다 (Fig. 3). 충전된 코어재를 Mylar strip으로 덮고 그 위에 다시 슬라이드 클래스를 얹어 잘 눌러준 상태에서 40초간 광조사하였다. 자가중합을 시행한 군에서는 마찬가지로 코어재를 잘 충전하고 20분간 절대 암실에서 보관한 후 실내 빛에 노출 시켰다. 각 실험군당 6개의 시편이 제작되었으며 제작된 모든 시편은 미세경도 측정 전 24시간 동안 37 °C 도 증류수에 보관하였다. 미세경도 측정 전에 코어재의 윗면과 바닥면의 미중합 레진 층을 제거하기 위해 1200-grit silicone carbide paper로 연마한 후에 충전된 코어재가 장축 방향으로 이등분되도록 아크릴 레진 블록을 주수하에서 Isomet Low speed saw (Buehler, Lake Bluff, USA)를 이용해 절단하였다 (Fig. 3).

(3) 미세경도의 측정

먼저 절단된 시편의 윗면의 미세경도를 측정하고 다음으로 장축으로 절단된 면을 2 mm 간격 (2, 4, 6, 8 mm)으로 측정한 후 마지막으로 바닥 면의 미세경도를 측정하였는데 각 부위에서의 모든 측정은 3번에 걸쳐 이루어 졌다.

미세경도의 측정에는 digital microhardness tester (DM-2D, AFFRI, Italy)가 사용되었으며 100 g의 하중을 5초간 가하여 비커스 경도 값을 측정했다 (Fig. 4).

(4) 통계분석

먼저 윗면과 2 mm에서 측정된 비커스 경도 값을 coronal로, 4 mm와 6 mm의 측정값을 middle로, 8 mm와 바닥면의 측정값을 apical로 분류하였다. 각 실험군의 미세경도 측정값에 대한 유의성 검증에는 two-way ANOVA를 이용하였으며, 사후검증은 Tukey HSD test를 이용하여 이루어졌다 ($p < 0.01$).

III. 실험결과

각 실험군의 평균 미세경도와 표준편차는 Table 3에 나타내었고, Fig. 4는 각 실험군의 깊이에 따른 미세경도의 차이를 나타낸 그래프이다.

ML군 ($84.06 \pm 14.71 \text{ kg/mm}^2$)이 가장 큰 비커스 경도를 나타내었고 BS군 ($60.62 \pm 5.05 \text{ kg/mm}^2$)이 가장 낮은 비커스 경도를 나타내었다 (Table 3). 각 실험군내에서는 동일하게 coronal, middle, apical 순으로 비커스 경도 값이 작게 나타났으며, 이는 모두 통계학적으로 유의성이 있었다 ($p < 0.01$)(Table 3, Fig. 1). 같은 재료를 사용한 실험 군들 간의 비교에서 두 재료 모두 자가 중합 방식 보다는 광중합 방식에서 비커스 경도가 더 크게 나타났으며 이는 통계학적으로 유의성이 있다 ($p < 0.01$)(Table 3, Fig. 1). 같은 중합방식으로 중합된 두 재료들 간의 비커스 경도를 비교했을 때 Multicore HB가 BIS-CORE보다 더 높은 값을 나타내었다 ($p < 0.01$)(Table 3, Fig. 1).

Table 3. Vickers hardness (Kg/mm^2) in each experimental group

Group	Depth	Vickers hardness (mean \pm SD) kg/mm^2	Group	Depth	Vickers hardness (mean \pm SD) kg/mm^2
ML	coronal	100.75 ± 10.73	BL	coronal	87.08 ± 7.38
	middle	80.97 ± 6.35		middle	74.06 ± 3.85
	apical	70.44 ± 4.32		apical	65.61 ± 5.11
	mean	$84.06 \pm 14.71^{\text{A}}$		mean	$75.58 \pm 10.4^{\text{C}}$
MS	coronal	73.08 ± 5.98	BS	coronal	65.39 ± 4.71
	middle	67.28 ± 3.85		middle	59.64 ± 2.78
	apical	65.67 ± 4.76		apical	56.83 ± 3.00
	mean	$68.68 \pm 5.85^{\text{B}}$		mean	$60.62 \pm 5.05^{\text{D}}$

The same superscript letters demonstrate no significant differences in each group ($p > 0.01$).
Each vertical bar demonstrate significant differences in each subgroup ($p < 0.01$).

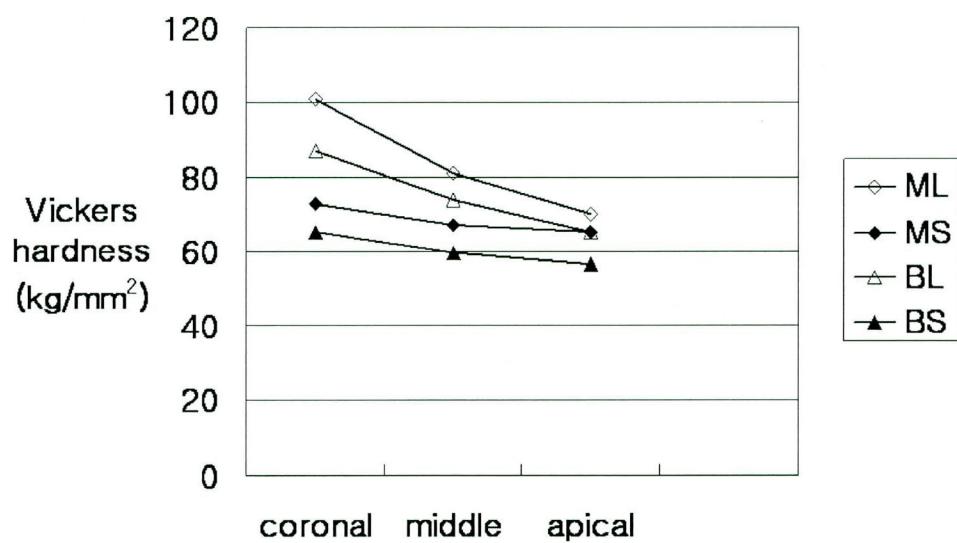


Fig 1. Bar chart showing the Vickers hardness of each experimental group according to the depth

IV. 총괄 및 고찰

복합레진은 광중합, 이원중합, 자가중합 방식의 3가지 종합방식을 취한다. 광중합형 복합레진은 직접 수복물로서 많은 장점을 가진다³⁾. 하지만 광중합형 복합레진은 자가중합형 복합레진에 비해 중합수축이 더 크며, 광원방향으로 수축이 일어남에 반해 자가중합형 복합레진은 치면방향으로 수축이 일어나 변연 적합도가 우수하고 미세누출이 적다^{12,13)}. 자가중합형 복합레진은 긴 젤화 시간을 가져 중합 동안 발생하는 중합수축을 완화시킨다. 또한 자가중합형 복합레진의 혼합과정에 함입된 기포가 중합수축을 감소시키는데, 이는 기포 주변의 oxygen inhibition으로 인해 중합이 억제되면서 유동성을 증가시키기 때문이다. 이처럼 자가중합형 복합레진은 대량 (bulk)으로 적용 할 수 있어 코어재로 많이 사용되어 왔다^{4,5)}. 하지만 낮은 전환율과 복합레진 내부의 기포는 재료의 물리적 성질을 떨어뜨릴 수 있다. 최근에는 광중합과 자가중합을 함께 취하는 이원중합형 복합레진이 코어재로 많이 사용되고 있다. 이 연구에서는 이원중합형 복합레진 코어재인 MultiCore HB (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein)와 BIS-CORE (Bisco, Schumburg, USA)를 사용하였다.

코어재는 주조 수복물 내에서 교합압과 저항하기 위해서 적절한 물리적 성질을 갖고 있어야 한다⁶⁾. 복합레진의 물리적 강도는 레진 단량체의 전환율, 필러의 함량, 크기, 종류와 밀접한 관계가 있다^{7,11)}. 특히 전환율 (degree of conversion)은 복합레진의 인장강도, 압축강도, 탄성계수, 경도, 마모도, creep 등에 영향을 미친다^{10,14)}. 결국 복합레진의 전환율이 높아질 때 더 좋은 수복물이 될 수 있을 것이다. 미세경도 측정법은 복합레진의 중합 깊이에 따른 전환율을 측정하는 간단하고 신뢰할만한 방법으로 소개되고 있어, 이 연구에서도 미세경도 측정을 통해 중합정도를 평가하였다¹¹⁾.

이원중합형 복합레진이 코어재로 사용될 때는 대개 깊은 와동에서 대량으로 적용되는 경우가 많기 때문에 중합정도에 대한 평가가 필요하다. 또한 이원중합형 복합레진은 시멘트로 많이 사용되는데 이런 경우 빛이 도달하기 힘든 수복물 하방이나 근관내에서 사용되므로 중합정도를 평가해야 한다. 이원

중합형 복합레진의 중합은 중합방법이나 중합깊이에 따라 차이가 있다¹⁵⁻¹⁷⁾.

이 연구에서는 광중합에서는 40초간 광조사 하는 방법을 채택하였고, 자가 중합에서는 20분간 절대암실에 보관한 후에 다시 외부 빛에 노출시키는 방법을 채택하였는데, MultiCore HB를 광중합시킨 ML군 ($84.06 \pm 14.71 \text{ kg/mm}^2$) 이 자가중합된 MS ($68.68 \pm 5.85 \text{ kg/mm}^2$)군 보다 통계학적으로 더 높은 비커스 경도를 나타냈으며, BIS-CORE를 사용한 실험군에서도 광중합시킨 BL군 ($75.58 \pm 10.49 \text{ kg/mm}^2$)이 자가중합된 BS군 ($60.62 \pm 5.05 \text{ kg/mm}^2$)보다 통계학적으로 더 높은 비커스 경도를 보여주었다 ($p < 0.01$). 이는 이 연구에서 사용한 이원중합형 복합레진 코어재인 MultiCore HB와 BIS-CORE의 중합에 있어 광중합이 더 유리함을 보여주었다.

각 실험군의 중합정도를 깊이 별로 평가했을 때 apical쪽으로 갈수록 비커스 경도가 낮아짐을 보여주었으며 이는 통계학적으로 유의성이 있었다 ($p < 0.01$). 이는 재료나 중합방법에 관계없이 공통적으로 나타나는 현상이었다. Aksornmuang 등¹⁷⁾은 이원중합형 복합레진 코어재인 Unifil Core, Clearfil DC Core, Built-It FR, DC core Automix를 광중합시켰을 때 apical이 coronal보다 통계학적으로 낮은 미세경도를 보였다고 보고하였는데, 코어재를 광중합시킨 이 연구의 ML군과 BL군의 실험결과도 이와 일치한다. 하지만 자가중합된 MS군과 BS군도 apical쪽으로 갈수록 미세경도가 감소하는 비슷한 결과를 보였는데, 이는 코어재를 충전하는 과정 중에 재료가 외부 빛에 노출된 양의 차이로 인해 생겨난 현상으로 추측된다. 충전과정 중에 빛에 더 많이 노출된 coronal의 중합비율이 높기 때문에 미세경도 값이 빛에 거의 노출되지 않은 apical보다 더 커질 것이다. 이런 현상은 실제 임상 상황에서도 동일하게 발생하리라 생각된다.

이원중합형 복합레진 시멘트에 관한 Rueggeberge 등¹⁸⁾의 연구에 의하면 이원중합형 레진 시멘트의 중합을 위해서는 반드시 광조사가 필요하다고 보고하였다. 하지만 Braga 등¹⁹⁾의 연구에 의하면 이원중합형 복합레진 시멘트인 RelyX ARC와 Variolink II는 광조사시켰을 때 가장 높은 경도를 나타냈으나, Enforce는 광중합과 자가중합 방식에서 비슷한 경도를 보였다고 보고하였다. 이러한 결과들을 종합해보면 이원중합형 복합레진의 중합은 중합방식

에 영향을 받게 되는데 그 중에서 광중합 방식이 중합에 좀 더 유리하다고 평가되지만 재료 간에 약간의 차이가 존재함을 알 수 있다. 이 연구에서는 높이 10 mm, 직경 4 mm의 원통형의 인위적인 코어 공간에 코어재를 충전하였는데 광중합시켰거나 자가중합시킨 실험군 모두에서 apical쪽에서 중합이 이루어지지 않은 층은 나타나지 않았고 10 mm 깊이까지 모두 중합되었다. 이는 Rueggeberge 등¹⁸⁾의 연구에서 언급한 이원중합형 레진 시멘트의 중합을 위해서는 반드시 광조사(light activation)가 필요하다고 보는 견해와는 다른 결과로 사용된 이원중합형 복합레진 마다 중합방법에 영향을 받는 정도가 다름을 나타낸다.

MultiCore HB를 사용한 ML군 ($84.06 \pm 14.71 \text{ kg/mm}^2$)과 MS ($68.68 \pm 5.85 \text{ kg/mm}^2$)군이 BIS-CORE를 사용한 BL군 ($75.58 \pm 10.49 \text{ kg/mm}^2$)과 BS 군 ($60.62 \pm 5.05 \text{ kg/mm}^2$)보다 중합방식이 같았을 때 통계학적으로 더 높은 비커스 경도를 보여주었다 ($p < 0.01$). 이는 두 재료간의 필러 함량의 차이로 생각된다. 하지만 두 재료간의 미세경도의 차이는 물리적 강도를 평가하는 기준이 될 수 없으며 정확한 평가를 위해서는 인장강도, 압축강도, 탄성계수 측정이 필요하다^{20,21)}.

이원중합형 복합레진 코어재는 대량으로 보철물 하방이나 깊은 와동에서 자주 사용되므로 부적절한 중합이 나타날 수 있기 때문에 중합정도에 대한 평가가 필요하다. 중합정도는 중합방법이나 중합깊이에 따라 달라지며, 대부분의 재료에서 광중합이 중합에 더 유리함을 보이지만 재료 간에 차이가 존재한다. 또한 이원중합형 복합레진 코어재가 광중합되었을 때 중합깊이에 따라 중합정도에 차이가 생기는데 와동이 깊어질수록 중합정도는 감소한다. 자가중합된 이원중합형 복합레진 코어재의 중합깊이에 따른 중합정도는 충전 중에 노출된 빛의 양에 영향을 받을 수 있다.

이원중합형 복합레진은 중합방법에 따라 그리고 사용되는 제품에 따라 중합정도에 차이가 있으므로 이에 대한 연구가 필요하며, 이는 수복물의 안정에 크게 기여할 것이다.

V. 결 론

이원중합형 복합레진 코어재는 대량으로 보철물 하방이나 깊은 와동에서 자주 사용되므로 부적절한 중합이 나타날 수 있기 때문에 중합정도에 대한 평가가 필요하다. 이 연구의 목적은 이원중합형 복합레진 코어재를 서로 다른 중합방법으로 중합시켰을 때 깊이에 따른 중합정도의 차이를 평가하는 것이다. 이에 두 가지 종류의 이원중합형 복합레진 코어재를 서로 다른 중합방법, 즉 광중합 또는 자가중합으로, 중합시킨 후 깊이에 따라 비커스 경도를 측정해 중합정도를 평가하였다. 먼저 직경이 4 mm, 높이가 10 mm인 원기둥 형태의 인위적인 코어 공간을 가진 직사각형의 아크릴 레진 블록을 제작하고 이원중합형 복합레진 코어재인 MultiCore HB (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein)와 BIS-CORE (Bisco, Schamburg, USA)를 사용하여 충전한 후 자가중합 또는 광중합시켰다. 비커스 경도를 coronal, middle, apical에서 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. ML군 ($84.06 \pm 14.71 \text{ kg/mm}^2$)이 가장 큰 비커스 경도를 나타내었고 BS군 ($60.62 \pm 5.05 \text{ kg/mm}^2$)이 가장 낮은 비커스 경도를 나타내었다.
2. 같은 재료를 사용한 실험군들 간의 비교 시 두 재료 모두 자가중합 방식 보다는 광중합 방식에서 미세경도가 더 크게 나타났으며 이는 통계학적으로 유의성이 있었다 ($p < 0.01$).
3. 각 실험군내에서는 동일하게 coronal, middle, apical 순으로 비커스 경도 값이 작게 나타났으며 이는 모두 통계학적으로 유의성이 있었다 ($p < 0.01$).
4. 같은 중합방법으로 중합된 두 재료들 간의 비커스 경도를 비교했을 때 Multicore HB가 BIS-CORE보다 통계학적으로 더 높은 비커스 경도를 나타내었다 ($p < 0.01$).

위의 결과로부터 사용되는 이원중합형 복합레진에 관계없이 자가중합시켰

을 때 보다는 광중합시켰을 때 비커스 경도가 더 높음을 알 수 있었고, 사용되는 중합방식에 관계없이 치근단으로 갈수록 비커스 경도가 감소함을 알 수 있었다. 이는 이 연구에서 사용한 이원중합형 복합레진 코어재인 MultiCore HB와 BIS-CORE의 중합에 있어 광중합이 더 유리함을 보여준다.

참 고 문 헌

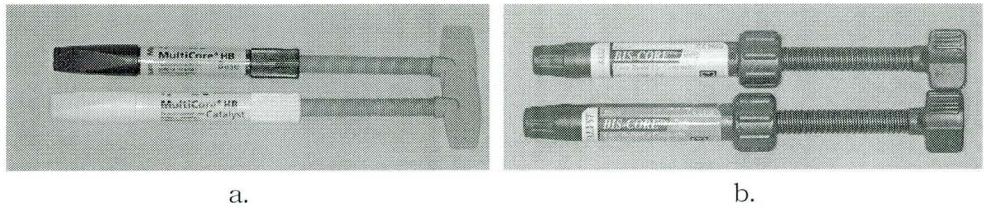
1. Asmussen E. Factor affecting the quantity of remaining double bonds in restorative resin polymers. *Scand J Dent Res* 90:490-6, 1982.
2. Hu X, Marquis PM, Shortall AC. Two-body in vitro wear study of some current dental composites and amalgams. *J Prosthet Dent* 82:214-20, 1999.
3. Kinomoto Y, Torii M, Takeshige F, Ebisu S. Comparison of polymerization contraction stresses between self- and light-curing composites. *J Dent* 27:383-389, 1999.
4. Feilzer AJ, Gee AJ, Davidson CL. Setting stresses in composites for two different curing modes. *Dent Mater* 9:2-5, 1993.
5. Fusayama T. Indications for self-cured and light-cured adhesive composite resins. *J Prosthet Dent* 67:46-51, 1992.
6. Medina Tirado JI, Nagy WW, Dhuru BV, Ziebert AJ. The effect of thermocycling on the fracture toughness and hardness of core buildup materials. *J Prosthet dent* 86:474-480, 2001.
7. Lovell LG, Lu H, Elliot JE, Stansbury JW, Bowman CN. The effect of cure rate on the mechanical properties of dental resins. *Dent Mater* 17:504-511, 2001.
8. Danesh G, Davids H, Reinhardt KJ, Ott K, Sch fer E. Polymerization characteristics of resin composites polymerized with different curing units. *J Dent* 32:479-488, 2004.
9. Nicholls JI. Polymerization lights-light energy and wave-length. *Quintessence Int* 31:688-698, 2000.
10. Ferracane JL. Correlation between hardness and degree of conversion during the setting reaction of unfilled dental restorative resins. *Dent Mater* 1:11-14, 1985.

11. Chung KH, Greener EH. Correlation between degree of conversion, filler concentration and mechanical properties of posterior composites resins. *J Oral Rehabil* 17:487–494, 1990.
12. Krejci I, Lutz F. Marginal adaptation of class V restorations using different restorative techniques. *J Dent* 19:24–32, 1991.
13. Itoh K, Yanagawa T, Wakumoto S. Effect of composition and curing type of composite on adaptation to dentin cavity wall. *Dent Mater J* 5:260–266, 1986.
14. Namoto R, Asada M, McCabe JF, Hirano S. Light exposure required for optimum conversion of light activated resin systems. *Dent Mater* 22:1135–1142, 2006.
15. Hofmann N, Papsthart G, Hugo B, Klaiber B. Comparison of photo-activation versus chemical or dual-curing of resin-based luting cements regarding flexural strength, moduls and surface hardness. *J Oral Rehabil* 28:1022–1028, 2001.
16. Shimura R, Nikaido T, Yamauti M, Ikeda M, Tagami J. Influence of curing method and storage condition on microhardness of dual-cure resin cements. *Dent Mater J* 24(1):70–75, 2005.
17. Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Mechanical properties and bond strength of dual-cure resin composites to root canal dentin. *Dent Mater* In Press, Corrected Proof, Available online 21 February, 2006.
18. Rueggeberg FA, Caughman WF. The influence of light exposure on polymerization of dual-cure resin cements. *Operative dentistry* 18: 48–55, 1993.
19. Braga RR, Cesar PF, Gonzaga CC. Mechanical properties of resin cements with different activation modes. *J Oral Rehabil* 29:257–262, 2002.
20. Frankenberger R, Garcia-Godoy F, Lohbauer U, Petschelt A, Kramer N.

Evaluation of resin composites materials. Part I. In vitro investigation.
Am J Dent 18:23-27, 2005.

21. Lohbauer U, von der HT, Frankenberger R, Kramer N, Petschelt A. Flexural fatigue behavior of resin composite dental restoratives. *Dent Mater* 19:435-440, 2003.

그 림 부 도

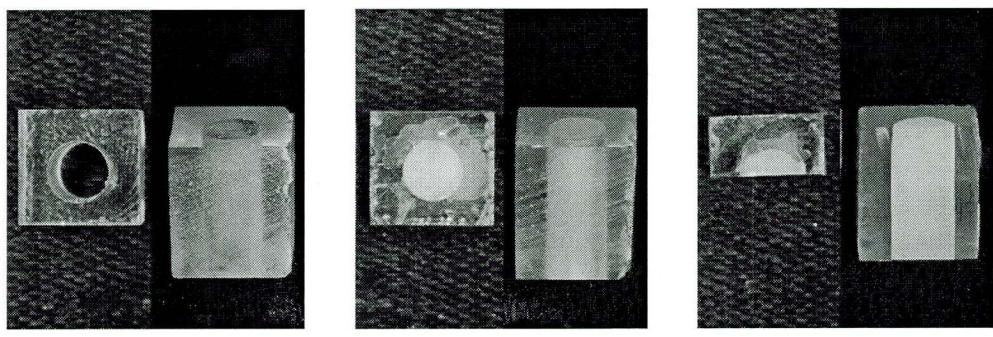


a.

b.

Fig 2. Dual cured core build-up resin composites used in this study

- a. MultiCore HB (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein)
- b. BIS-CORE (Bisco, Schumburg, USA)



a.

b.

c.

Fig 3. Specimen manufactured for microhardness test

- a. Acrylic resin block with artificial core space
(wide = 4 mm, deep = 10 mm)
- b. Artificial core space filled with composite resin
- c. Composite resin core sectioned longitudinally

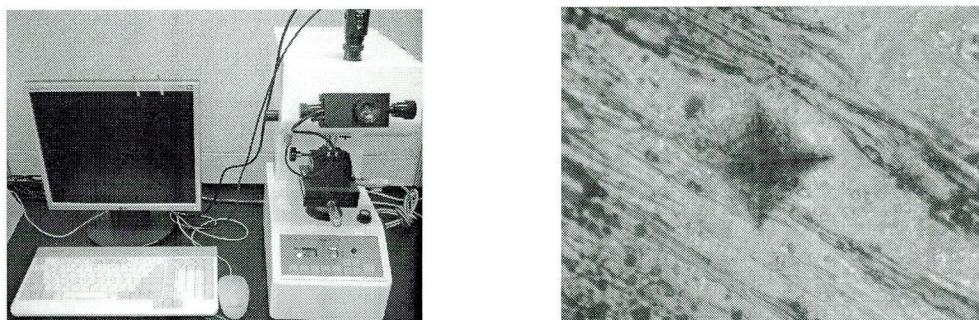


Fig 4. Digital microhardness tester (DM-2D, AFFRI, Italy) used in this study